DOI:10.11931/guihaia.gxzw201809037

罗霄山脉中段地区银木荷群落研究

罗连[1]， 宋含章[2]，刘忠成[2]，王浩威[2]，廖文波[2*]，汤历[1]
（1 广东环境保护工程职业学院，广东佛山 528216；2 有害生物控制与资源利用国家重点实验室/广东省热带亚热带植物资源重点实验室，中山大学生命科学学院，广州 510275；）

摘要：银木荷（*Schima argentea*）是山茶科常绿高大乔木，常作为防火树种用于造林，具有重要的生态价值。罗宵山脉是亚洲东部重要的生境栖息地。为充实罗宵山脉地区的植被类型研究，探讨银木荷群落与海拔和纬度的关系，文章采用群落学研究方法，调查了罗宵山脉中段井冈山、齐云山、南风面和五指峰 4 处典型的银木荷群落，结果表明：（1）4 个群落分别有维管植物 30 科 50 属 84 种、45 科 70 属 106 种、33 科 47 属 78 种和 38 科 66 属 99 种。（2）银木荷在井冈山和齐云山中均为优势种，其重要值在群落中最高；在南风面和五指峰中为次优势种。（3）井冈山、齐云山和五指峰的银木荷群落物种丰富度高，且分布均匀。南风面的银木荷群落物种丰富度偏低，且分布不甚均匀。（4）4 个群落中银木荷所处的演替阶段不同，井冈山和齐云山种群为从稳定型向衰退型的过渡，南风面种群处于衰退型，五指峰种群经历一段时间的衰退后，可重新侵入到群落中。（5）4 个群落的高位芽植物均高于总种数的 75%，其次是地下芽植物和地面芽植物。结论：4 个银木荷群落可分为两类：一类是南风面群落，以猴头杜鹃（*Rhododendron simiarum*）林的特点为主；第二类是井冈山、齐云山和五指峰群落，其群落种类丰富，生物多样性高，以热带性属为主，物种数量随海拔增高而减少，随纬度升高而减少。银木荷群落是中亚热带常绿阔叶林的典型代表。不同演替阶段银木荷群落同时存在，是罗宵山脉中段地区作为植物栖息地的又一明证。

关键词：物种组成，群落结构，重要值，物种多样性，径级结构，生活型
中图分类号：Q948.15+7　文献标志码： A

Schima argentea communities in the middle Luoxiao Mountains

LUO Lian[1] , SONG Hanzhang[2], LIU Zhongcheng[2], WANG Haowei[2], LIAO Wenbo[2*], TANG Li[1]
(1. *Guangdong Polytechnic of Environmental Protection Engineering*, 528216, Foshan, Guangdong, China; 2. *State Key Laboratory of Biocontrol and Guangdong Provincial Key Laboratory of Plant Resources, School of Life Sciences, Sun Yat-sen University*, Guangzhou 510275, China)

Abstract: *Schima argentea* is a tall evergreen tree of Theaceae. It is often used as a fire-resistant species for afforestation. It has important ecological value. The Luoxiao Mountains is an important habitat in eastern Asia. To enrich vegetation types study in the Luoxiao Mountains, and to explore the relationship between *S. argentea* and altitude and latitude, four typical *S. argentea* communities in the middle Luoxiao Mountains, including Jinggangshan Mountain, Qiyunshan Mountain, Nanfengmian Mountain and Wuzhifeng Mountain, are studied,

---

基金项目:国家科技基础性工作专项(2013FY111500)；广东环境保护工程职业学院人才基金项目(K650116101809)；全国第四次中药普查项目 (2017-152-003)[Supported by Basic Work Special Program of the National Ministry of Science and Technology of China (2013FY111500); President Funding of Guangdong Polytechnic of Environmental Protection Engineering (K650116101809); the Fourth National Survey on Chinese Material Medical Resources Program for State Administration of Traditional Chinese Medicine of the People's Republic of China (2017-152-003)]。
作者简介: 罗连(1982—)，女，广东茂名人，硕士，讲师，主要从事植物生态学研究，（E-mail）117273541@qq.com。
***通信作者:** 廖文波，男，博士，教授，研究方向为植物系统分类学及保护生物学，（E-mail）lsslwb@mail.sysu.edu.cn。

using the method of community studies. The results were as follows: (1) The four communities separately contain vascular plants 30 families, 50 genera, 84 species; 45 families, 70 genera, 106 species; 33 families, 47 genera, 78 species and 38 families, 66 genera and 99 species. (2) *S. argentea* is the dominant species in Jinggangshan Mountain and Qiyunshan Mountain, and its importance value is the highest in the community, while it is the secondary dominant species in Nanfengmian Mountain and Wuzhifeng Mountain. (3) In Jinggangshan Mountain, Qiyunshan Mountain and Wuzhifeng Mountain, species richness are high and species distribute evenly, while in Nanfengmian Mountain, species richness is low and species distribute unevenly. (4) The succession stages of *S. argentea* population are different in the four communities. Jinggangshan Mountain and Qiyunshan Mountain populations are from stable stage to decaying stage; Nanfengmian Mountain population is in the decaying stage; Wuzhifeng Mountain population is in decaying stage, but it would re-invade into the community in the future. (5) Phanerophytes in all communities are above 75% of the total species, followed by geophytes and hemicryptophytes. Conclusion: Four communities are divided into two types: one is the Nanfengmian Mountain community, mainly characterized by *Rhododendron simiarum* forest; the other is the communities of Jinggangshan Mountain, Qiyunshan Mountain and Wuzhifeng Mountain, which has abundant species, high biodiversity and tropical genera. The species number decreases with the increase of altitude, and decreases with the increase of latitude. *Schima argentea* communities are typical representatives of evergreen broad-leaved forest in the middle subtropical zone. The coexistence of *S. argentea* communities in different succession stages is another proof that the middle Luoxiao Mountains is a plant habitat.

Key words: species composition, community structure, importance value, species diversity, size structure, life type

银木荷（*Schima argentea*）是山茶科木荷属常绿高大乔木，对土壤选择不严，较耐瘠薄，抗风力强，常用作防火树种(李庸禄，1988)，造林效果较好（曹展波等，2014），具有重要的生态价值。目前，银木荷的群落学研究集中在重庆缙云山山顶、海拔 820m、面积 500 ㎡的永久样地（刘玉成，缪世利，1992；LiuYucheng 等，1993；唐元会等，2010；曾华等，2010），在较高海拔的中山地带的银木荷群落研究则未见报导，亦未探讨海拔、纬度等环境 因素对银木荷群落的影响。本文研究罗宵山脉中段地区南风面、井冈山、齐云山、五指峰等海拔 1800m 以上的主要山峰中山地带分布的银木荷群落，与缙云山山顶、较低海拔的银木荷群落进行比较，探讨海拔、纬度变化对银木荷群落的影响，更全面地反映银木荷的群落生态特征。同时，本研究亦可充实罗宵山脉植被类型，进一步证明罗宵山脉是亚洲东部重要的生境栖息地。

1 研究地概况和研究方法

1.1 研究地概况

罗霄山脉纵跨江西、湖南、湖北 3 省，气候类型属于中亚热带湿润性季风气候，地带性植被为亚热带常绿阔叶林。罗霄山脉具有丰富的生物多样性，是亚洲东部重要的生境栖息地，汇集有北半球湿润区的各种植被类型（宫辉力等，2016）。依据罗宵山脉中段地区银木荷的分布，选择以银木荷为优势种的常绿阔叶林群落设置 4 个样地，即井冈山（江西省吉安市）、齐云山（湖南省桂东县）、南风面（江西省遂川县)、五指峰（江西省上犹县），分别进行样地调查和群落分析。各样地自然地理概况见表 1（景慧娟等，2014；周兰平等，2010；王蕾等，2013；刘蕾等，2011）。

表 1　4 个银木荷相关群落的自然地理概况

Table 1　Physical geography of four *Schima argentea* communities

自然地理概况 Physical geography	井冈山 Jinggangshan Mountain	齐云山 Qiyunshan Mountain	南风面 Nanfengmian Mountain	五指峰 Wuzhifeng Mountain
样地海拔/最高海拔(m) Plot altitude/Maximum elevation	930/1 841	1 314/2 061	1 631/2 120.4	993/1 920
经度 Longitude	114°08'41.54"E	114°00'20.93"E	114°02'26.59"E	114°10'52.89"E
纬度 Latitude	26°32'25.41"N	N25°54'01.53"N	N26°19'19.58"N	N25°57'08.24"N
土壤 Soils	山地黄红壤 Yellow Red Soil in the Mountain	_	山地红壤、山地黄壤、山地棕壤 mountain red soil, mountain yellow soil, mountain brown soil	山地黄红壤 Yellow Red Soil in the Mountain
年均气温（℃） Mean annual temperature	14.2	18.0—18.4	15.1—17	17.4
年均降水量（mm） Average annual precipitation	1890	1 552—1 660	1 800	1 810

1.2 样地调查

在各银木荷群落分别设置面积为 1 600 ㎡的样地，调查时划分成 10 m × 10 m 的方格，采用每木记帐调查法，起测径阶 1.5 cm，高度大于 2 m，记录乔灌木的种名、胸围、高度、冠幅，并在每个方格内设立一个 2 m×2 m 的小样地，记录小样地内林下幼苗及草本的种名、高度、株数、盖度（王伯荪等，1996)。

1.3 数据分析

（1）分布区类型分析 以吴征镒（1991）关于中国种子植物属的分布区类型划分原则为依据统计。

（2）重要值分析 分析样方内起测径阶以上乔灌木的相对多度（RA）、相对频度（RF）、相对显著度（RD）和重要值（IV），公式如下（王伯荪等，1996）：

RA = 该物种个体数 /所有物种个体总数×100%

RF = 该物种频度 /所有物种频度之和×100%

RD = 该物种胸高断面积 /所有物种胸高断面积之和×100%

IV = RA + RF + RD

（3）径级结构分析 分析各群落重要值前 7 的径级结构并比对银木荷的径级结构。径级结构划分依据为：Ⅰ级，H＜33 cm；Ⅱ级，H≥33 cm，DBH＜2.5 cm；Ⅲ级，2.5≤DBH＜7.5 cm；Ⅳ级，7.5≤DBH＜22.5 cm；Ⅴ级，DBH≥22.5 cm（王伯荪等，1996）。

（4）多样性分析 分析群落乔灌木层的物种多样性，包括 Shannon-Weiner 指数（H）、Simpson 指数（D）和相应的均匀度指数 E_h 和 E_d。公式如下：

$H=-\sum P_i \ln P_i$

$D=1-\sum P_i^2$

$E_h=H/\ln S$

$E_d=D/(1-1/S)$

其中，$P_i=N_i/N$ 为随机第 i 种，N_i 为某种物种的个体数，N 为观察到的个体总数，S 样方内个体总数（孙儒泳等，1993）。

（5）群落的相似性分析 分析 Sorensen 系数 C_s。公式为:

$C_s = 2j/(a + b)$

式中，j 为两群落的共有属数，a、b 分别为两群落的全部属数（王兴华，1987）。

（6）生活型分析 根据 Raunkiaer 生活型分类系统将植物划分为一年生植物（Th）、隐芽植物（Cr）、地面芽植物（H）、地上芽植物（Ch）、高位芽植物（Ph）（王伯荪等，1996）。

2 结果分析

2.1 群落外貌和种类组成

4 个群落外貌和种类组成如表 2 所示。

群落外貌　银木荷为常绿高大乔木，叶厚革质，长圆形或长圆状披针形，上面发亮，下面银白色；花期 7—8 月，花白色。以银木荷占优势的群落在春夏季冠层呈亮绿色，7—8 月呈白色花斑，秋冬季呈淡黄绿色。

物种丰富度较高　各银木荷群落维管植物种数在 78—106 种之间，物种相对密度在 12.9—18.0 之间，群落内物种十分丰富，群落内物种分布较均匀。

乔灌木层　主要优势种集中在壳斗科、樟科、杜鹃花科、山茶科、安息香科、松科、冬青科等。在井冈山中，银木荷为建群种，与黄山松（*Pinus taiwanensis*）一起占据乔木上层；中低层乔木主要有鹿角杜鹃（*Rhododendron latoucheae*）、赤杨叶（*Alniphyllum fortunei*）、红楠（*Rhododendron ovatum*）、马银花（*Machilus thunbergii*）等；灌木层有细枝柃（*Eurya loquaiana*）、甜槠（*Castanopsis eyrei*）、山橿（*Lindera reflexa*）、罗浮锥（*Castanopsis faberi*）等。在齐云山中，银木荷与红楠是群落建群种和优势种，构成林冠层；黄山松、虎皮楠（*Daphniphyllum oldhamii*）、交让木（*Daphniphyllum macropodum*）等突出于林冠层之外；乔木下层有格药柃（*Eurya muricata*）、马银花、黄牛奶树（*Symplocos laurina*）、翅柃（*Eurya alata*）等；灌木层有黄牛奶树、香叶子（*Lindera fragrans*）、箬竹（*Indocalamus tessellatus*）等。在南风面中，群落分层不明显，林冠线衔接较好，起伏较小。猴头杜鹃（*Rhododendron simiarum*）是本群落建群种，形成本群落的林冠线，贯穿乔木的各个高度；银木荷是群落次优势种，与小叶青冈（*Cyclobalanopsis myrsinifolia*）、多脉青冈（*C. multinervis*）、米心水青冈（*Fagus engleriana*）等形成林冠线中稍突起部分；灌木层除了猴头杜鹃（*Rhododendron simiarum*）外，还有美丽马醉木（*Pieris formosa*）、香冬青（*Ilex suaveolens*）、小叶青冈、香桂（*Cinnamomum subavenium*）等。五指峰中，群落分层不明显，冠层起伏小，连续。甜槠是本群落的建群种种，且构成林冠线的上端；其次，银木荷、赤杨叶、红楠、硬壳柯（*Lithocarpus hancei*）、凤凰润楠（*Machilus phoenicis*）是群落的次优势种，在高度上与甜槠衔接。灌木层主要有新木姜子（*Neolitsea aurata*）、硬壳柯、川桂（*Cinnamomum wilsonii*）等。

草本层　物种总体上较丰富。主要是乔灌木的幼苗，如银木荷、青冈（*Cyclobalanopsis glauca*）、甜槠、乌药（*Lindera aggregata*）等。井冈山中有 43 种植物，主要是乔灌木的幼苗，此外还有狗脊蕨（*Woodwardia japonica*）、淡竹叶（*Lophatherum gracile*）、芒（*Miscanthus sinensis*）、芒萁（*Dicranopteris pedata*）、菝葜（*Smilax china*）等。齐云山中有 56 种植物，主要是黄牛奶树幼苗、狗脊蕨、里白（*Diplopterygium glaucum*）、薹草（*Carex* sp.）、木莓（*Rubus swinhoei*）等，以及乔灌木的幼苗。南风面中有 50 种植物，主要是华东瘤足蕨（*Plagiogyria japonica*）、复叶耳蕨（*Arachniodes* sp.）、锦香草（*Phyllagathis cavaleriei*）、鞘柄菝葜（*Smilax stans*）等，以及乔灌木的幼苗。五指峰有 63 种植物，主要是乔灌木的幼苗，此外还有狗脊蕨、尖叶菝葜（*Smilax arisanensis*）、显齿蛇葡萄（*Ampelopsis grossedentata*）、中华薹草（*Carex chinensis*）等。

表 2　4 个银木荷相关群落的外貌与物种组成概况

Table 2 Appearance and species composition of four *Schima argentea* communities

	井冈山 Jinggangshan Mountain	齐云山 Qiyunshan Mountain	南风面 Nanfengmian Mountain	五指峰 Wuzhifeng Mountain
郁闭度 Conopy density （%）	70—80	75—85	80—90	80—90
群落外貌 Appearance	亮绿色，冠层起伏大，不连续 Bright green, undulating and discontinuous	亮绿色，冠层起伏大，不连续 Bright green, undulating and discontinuous	亮绿色，冠层起伏小，连续 Bright green, small canopy, continuous	亮绿色，冠层起伏小，连续 Bright green, small canopy, continuous
乔木层 Arbor layering	分层明显，高度可达 21 m Stratification is obvious, height can reach 21 m	分层明显，高度 17—20 m，可达 23 m Stratification is obvious, height 17—20 m, up to 23 m	分层不明显，高可达 28 m Stratification is not obvious, up to 28 m	分层不明显，高可达 20 m Stratification is not obvious, up to 20 m
草本层 Herbaceous layer	草本稀疏 Herb layer is sparse	草本较丰富 Herbs are abundant	草本稀疏 Herb layer is sparse	草本较丰富 Herbs are abundant
种子植物 (科 /属 /种)Seed plants (family /genus /species)	27/46/79	41/66/102	28/42/72	35/62/95
蕨类植物 (科 /属 /种)Ferns (family /genus /species)	3/4/5	4/4/4	5/5/6	3/4/4
维管植物 (科 /属 /种)Vascular plants (family /genus /species)	30/50/84	45/70/106	33/47/78	38/66/99
物种的相对密度 *Species relative density	14.7	18.0	12.9	14.5

注：*物种的相对密度，指样地 10 m × 10 m 方格内的起测径阶的平均物种数。

Note: *Species relative density, indicates the average species number of the measured diameter in the 10 m × 10 m grid.

(3) 群落物种组成的地理成分特点

如表 3 所示，井冈山、齐云山、五指峰的热带性属（表中分布区类型 2—7）的比例均大于 60%，说明这三地的银木荷群落的南亚热带性质较强；南风面的热带性属和温带性属（表中分布区类型 8—15）比例相当，说明样地处于两者的交汇地带，是南亚热带性质向温带性质的过渡。

表 3　4 个群落种子植物属的地理分布区类型比较

Table 3 Comparison of generic areal-types of seed plants in four communities

分布区类型 Areal type	井冈山 Jinggangshan Mountain		齐云山 Qiyunshan Mountain		南风面 Nanfengmian Mountain		五指峰 Wuzhifeng Mountain	
	属数 Genus	比例（%）Proportion	属数 Genus	比例（%）Proportion	属数 Genus	比例（%）Proportion	属数 Genus	比例（%）Proportion
1. 世界分布 Cosmopolitan	3	-	2	-	1	-	3	-
2. 泛热带分布 Pantropic	7	16.28	17	26.56	7	17.07	18	30.51
3. 热带亚洲和热带美洲 Trop. Asia ＆ Trop. Amer. Disjuncted	3	6.98	4	6.25	4	9.76	2	3.39
4. 旧世界热带分布 Old World Trop.	2	4.65	2	3.13	0	0.00	1	1.69
5. 热带亚洲至热带大洋洲 Trop. Asia to Trop. Australasia	1	2.33	1	1.56	1	2.44	3	5.08
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop Africa	2	4.65	2	3.13	1	2.44	1	1.69
7. 热带亚洲分布 Trop. Asia (Indo-Malaysia)	11	25.58	13	20.31	7	17.07	12	20.34
8. 北温带分布 North Temperate	8	18.60	7	10.94	6	14.63	6	10.17
9. 东亚及北美间断 E. Asia ＆ N. Amer. Disjuncted	7	16.28	9	14.06	9	21.95	7	11.86
10. 旧世界温带分布 Old world temperate	0	0.00	1	1.56	0	0.00	0	0.00
14. 东亚 E. Asia	2	4.65	7	10.94	9	21.95	7	11.86
15. 中国特有 Endemic to China	0	0.00	1	1.56	0	0.00	2	3.39
热带分布总计 Total Tropics	26	60.47	39	60.94	20	48.78	37	62.71
温带分布总计 Total temperates	17	39.53	25	39.06	21	51.22	22	37.29

2.2 群落的重要值分析

表 4—7 是各样地优势种的重要值比较。为节省篇幅仅列出重要值大于 5 的物种。

表 4 井冈山群落主要物种的重要值

Table 4 Important value of dominant population of Jinggangshan Mountain

种名 Species	多度 Abundance	频度 Frequency	总面积 Dominance (cm^2)	相对多度 Relative abundance（%）	相对频度 Relative frequency（%）	相对显著度 Relative dominance（%）	重要值 Important value（%）
银木荷 *Schima argentea*	54	16	20 858.15	8.94	6.78	37.46	53.18

鹿角杜鹃 *Rhododendron latoucheae*	85	14	1 803.38	14.07	5.93	3.24	23.24
赤杨叶 *Alniphyllum fortunei*	21	13	7 267.65	3.48	5.51	13.05	22.04
红楠 *Machilus thunbergii*	45	13	4 679.10	7.45	5.51	8.40	21.36
马银花 *Rhododendron ovatum*	69	11	1 982.95	11.42	4.66	3.56	19.65
黄山松 *Pinus taiwanensis*	10	6	7 582.94	1.66	2.54	13.62	17.82
格药柃 *Eurya muricata*	28	11	304.15	4.64	4.66	0.55	9.84
甜槠 *Castanopsis eyrei*	23	10	604.95	3.81	4.24	1.09	9.13
杜鹃 *Rhododendron simsii*	31	8	179.96	5.13	3.39	0.32	8.85
青冈 *Cyclobalanopsis glauca*	20	11	406.90	3.31	4.66	0.73	8.70
冈柃 *Eurya groffii*	24	9	274.62	3.97	3.81	0.49	8.28
细枝柃 *Eurya loquaiana*	20	10	141.51	3.31	4.24	0.25	7.80
南烛 *Vaccinium bracteatum*	20	5	344.25	3.31	2.12	0.62	6.05
罗浮锥 *Castanopsis faberi*	15	4	792.43	2.48	1.69	1.42	5.60

表 5　齐云山群落主要物种的重要值

Table 5　Importance value of dominant population of Qiyunshan Mountain

种名 Species	多度 Abundance	频度 Frequency	总面积 Dominance（cm ²）	相对多度 Relative abundance（%）	相对频度 Relative frequency（%）	相对显著度 Relative dominance（%）	重要值 Important value（%）
银木荷 *Schima argentea*	111	12	15993.00	12.85	4.48	31.21	48.53
红楠 *Machilus thunbergii*	133	15	8425.94	15.39	5.60	16.44	37.43
黄山松 *Pinus taiwanensis*	10	7	6289.33	1.16	2.61	12.27	16.04
格药柃 *Eurya muricata*	63	14	1212.64	7.29	5.22	2.37	14.88
虎皮楠 *Daphniphyllum oldhamii*	22	8	4275.80	2.55	2.99	8.34	13.87
翅柃 *Eurya alata*	65	11	562.16	7.52	4.10	1.10	12.72
马银花 *Rhododendron ovatum*	59	10	1082.85	6.83	3.73	2.11	12.67
黄牛奶树 *Symplocos laurina*	52	12	263.32	6.02	4.48	0.51	11.01
刨花润楠 *Machilus pauhoi*	32	8	1778.82	3.70	2.99	3.47	10.16
交让木 *Daphniphyllum macropodum*	18	7	2296.13	2.08	2.61	4.48	9.18
硬壳柯 *Lithocarpus hancei*	20	11	991.24	2.31	4.10	1.93	8.35

香叶子 *Lindera fragrans*	31	8	227.21	3.59	2.99	0.44	7.02
鹿角杜鹃 *Rhododendron latoucheae*	21	9	340.33	2.43	3.36	0.66	6.45

表 6　南风面群落主要物种的重要值

Table 6　Importance value of dominant population of Nanfengmian Mountain

种名 Species	多度 Abundance	频度 Frequency	总面积 Dominance（cm ^{2}）	相对多度 Relative abundance（%）	相对频度 Relative frequency（%）	相对显著度 Relative dominance（%）	重要值 Important value（%）
猴头杜鹃 *Rhododendron simiarum*	231	16	12 525.12	33.09	7.96	11.88	52.93
银木荷 *Schima argentea*	19	8	22 501.09	2.72	3.98	21.34	28.04
小叶青冈 *Cyclobalanopsis myrsinifolia*	35	10	15 864.07	5.01	4.98	15.04	25.03
美丽新木姜子 *Neolitsea pulchella*	64	14	816.68	9.17	6.97	0.77	16.91
厚叶红淡比 *Cleyera pachyphylla*	25	14	6 162.96	3.58	6.97	5.84	16.39
米心水青冈 *Fagus engleriana*	7	4	1 2613.67	1.00	1.99	11.96	14.96
香冬青 *Ilex suaveolens*	23	11	5 460.92	3.30	5.47	5.18	13.95
多脉青冈 *Cyclobalanopsis multinervis*	16	6	6 479.52	2.29	2.99	6.14	11.42
香桂 *Cinnamomum subavenium*	45	9	210.32	6.45	4.48	0.20	11.12
美丽马醉木 *Pieris formosa*	23	7	2 213.53	3.30	3.48	2.10	8.88
鼠刺 *Itea chinensis*	25	9	125.18	3.58	4.48	0.12	8.18
椴树 *Tilia tuan*	7	4	4 858.52	1.00	1.99	4.61	7.60
假地枫皮 *Illicium jiadifengpi*	14	7	1 140.98	2.01	3.48	1.08	6.57
杜鹃 *Rhododendron simsii*	23	6	107.47	3.30	2.99	0.10	6.38
铁杉 *Tsuga chinensis*	2	2	5 243.92	0.29	1.00	4.97	6.25
硬壳柯 *Lithocarpus hancei*	9	7	879.51	1.29	3.48	0.83	5.61
尖连蕊茶 *Camellia cuspidata*	21	4	207.30	3.01	1.99	0.20	5.20

表 7　五指峰群落主要物种的重要值

Table 7 Important value of dominant population of Wuzhifeng Mountain

种名 Species	多度 Abundance	频度 Frequency	总面积 Dominance（cm ²）	相对多度 Relative abundance（%）	相对频度 Relative frequency（%）	相对显著度 Relative dominance（%）	重要值 Important value（%）
甜槠 *Castanopsis eyrei*	26	13	32669.42	4.78	5.58	50.70	61.06
红楠 *Machilus thunbergii*	49	14	11808.94	9.01	6.01	18.33	33.34
硬壳柯 *Lithocarpus hancei*	46	14	1091.96	8.46	6.01	1.69	16.16
新木姜子 *Neolitsea aurata*	30	12	917.69	5.51	5.15	1.42	12.09
川桂 *Cinnamomum wilsonii*	37	10	448.10	6.80	4.29	0.70	11.79
鹿角杜鹃 *Rhododendron latoucheae*	27	10	1306.32	4.96	4.29	2.03	11.28
银木荷 *Schima argentea*	8	4	4515.23	1.47	1.72	7.01	10.19
赤杨叶 *Alniphyllum fortunei*	18	7	1947.82	3.31	3.00	3.02	9.34
青冈 *Cyclobalanopsis glauca*	22	10	599.85	4.04	4.29	0.93	9.27
凤凰润楠 *Machilus phoenicis*	31	7	273.45	5.70	3.00	0.42	9.13
香港四照花 *Dendrobenthamia hongkongensis*	18	8	1340.50	3.31	3.43	2.08	8.82
云山青冈 *Cyclobalanopsis sessilifolia*	24	5	762.35	4.41	2.15	1.18	7.74
红柴枝 *Meliosma oldhamii*	20	7	644.60	3.68	3.00	1.00	7.68
红淡比 *Cleyera japonica*	14	8	764.02	2.57	3.43	1.19	7.19

银木荷在井冈山和齐云山中均为优势种，其重要值在群落中最高；在南风面和五指峰中为次优势种。在井冈山中，银木荷的重要值为 53.18，远高于其它种，是银木荷的成熟群落。齐云山中，银木荷的重要值最高，其次是红楠，两者共同构成群落的建群种。南风面中，以猴头杜鹃的重要值最高，达到 52.93，是群落的优势种；其次是银木荷、小叶青冈等。银木荷和小叶青冈作为南风面群落的次优势种，优势度较其它次优势种为高，在群落建构中占有较为重要的位置，对群落结构有较大影响。五指峰中，甜槠的优势度最高，其重要值达 61.06，在群落中占有绝对优势；银木荷重要值排第 7，优势度较低。

2.3 群落多样性分析

由表 8 可见，井冈山、齐云山和五指峰的 Shannon-Wiener 指数 H 均在 3.2 以上，相应的均匀度指数 E_h 在 0.756 以上，均高于南风面。

井冈山、齐云山、南风面的 Simpson 指数及其相应的均匀度都在 0.93 以上，表明其物种丰富度高，且分布均匀。南风面的 Simpson 指数及其相应的均匀度指数则明显偏低，分别为 0.865 和 0.884，表明其丰富度较低，分布不甚均匀。

表 8　4 个群落乔灌木层物种多样性指数

Table 8　Species diversity index of tree and shrub layer of four communities

样地 Sample plot	物种数 Specie number	个体数 Individual number	Simpson 指数 *D* Simpson index	*D* 的均匀度 E_d Evenness of *D*	Shannon-Wiener 指数 *H* Shannon-Wiener index	*H* 的均匀度 E_h Evenness of *H*
井冈山 Jinggangshan Mountain	63	604	0.939	0.954	3.279	0.791
齐云山 Qiyunshan Mountain	76	864	0.933	0.946	3.273	0.756
南风面 Nanfengmian Mountain	48	698	0.865	0.884	2.793	0.721
五指峰 Wuzhifeng Mountain	67	544	0.958	0.972	3.536	0.841

2.4 群落的相似性分析

4 个银木荷群落一共有种子植物 66 科 129 属 266 种。对群落植物属的相似性系数分析半矩阵结果见表 8。以 50%作为判断区系或群落物种组成的属是否具有相似性的标准（刘忠成等，2017），把 4 个群落分成 2 个类型，一类是井冈山、齐云山和五指峰，其相似性系数在 0.50 以上；第二类是南风面，其与另 3 个样地的相似性系数小于 0.40。

表 8　4 个群落植物属的相似性系数半矩阵

Table 8 The semi-matrix of generic similarity coefficient of four communities

样地 Sample plot	井冈山 Jinggangshan Mountain	齐云山 Qiyunshan Mountain	南风面 Nanfengmian Mountain	五指峰 Wuzhifeng Mountain
井冈山 Jinggangshan Mountain	1	0.5333	0.3918	0.5000
齐云山 Qiyunshan Mountain		1	0.3761	0.5441
南风面 Nanfengmian Mountain			1	0.3894
五指峰 Wuzhifeng Mountain				1

2.5 群落的种群径级结构分析

对各群落中重要值前 7 的乔灌木进行径级结构分析，结果见图 1。根据 4 个样地的径级结构特征，可以把银木荷种群分成 3 个类型。

第 1 类是井冈山和齐云山，这两个群落中银木荷属于从稳定型向衰退型的过渡。种群中，IV 级中树和 V 级大树数量多，但 I 级幼苗、II 级幼树和 III 级小树仍占有一定比例，种群仍有一定的更新，未来仍能在

群落中占据一定的优势。井冈山中，鹿角杜鹃、红楠也表现为稳定型向衰退型的过渡，但这两种的数量以III级小树和IV级中树数量为最多，I级幼苗和II级幼树有少量更新。而马银花、赤杨叶和黄山松，则表现为衰退型，格药柃为增长型。齐云山中，红楠、格药柃、翅柃和马银花均表现为稳定型，台湾松和虎皮楠则表现为衰退型。

第2类是南风面，银木荷仅有19株，且全是V级大树，表明银木荷种群处于衰退型。群落中重要值最大的猴头杜鹃有253株，且以小树、幼树、中树数量较多，并有一定的幼苗数量，在较长时间内可以维持稳定状态，属于稳定型。小叶青冈、美丽新木姜子（*Neolitsea pulchella*）也具有较多幼树和小树，在一段时间内可保持种群稳定，也属于稳定型。但厚叶红淡比、米心水青冈、香冬青则中树和老树占多数，幼苗幼树少甚至无，属于衰退型。

第3类是五指峰，银木荷在群落中的优势度较低，种群数量较少，仅13株，既有IV、V级中树和老树，又有I、II级幼苗和幼树，但无III级小树，表明种群经历一段时间的衰退后，可重新侵入到群落中。本群落重要值最大的甜槠亦有类似的发展趋势。此外，红楠、鹿角杜鹃为衰退型种群，而硬壳柯、新木姜子和川桂则为增长型种群。

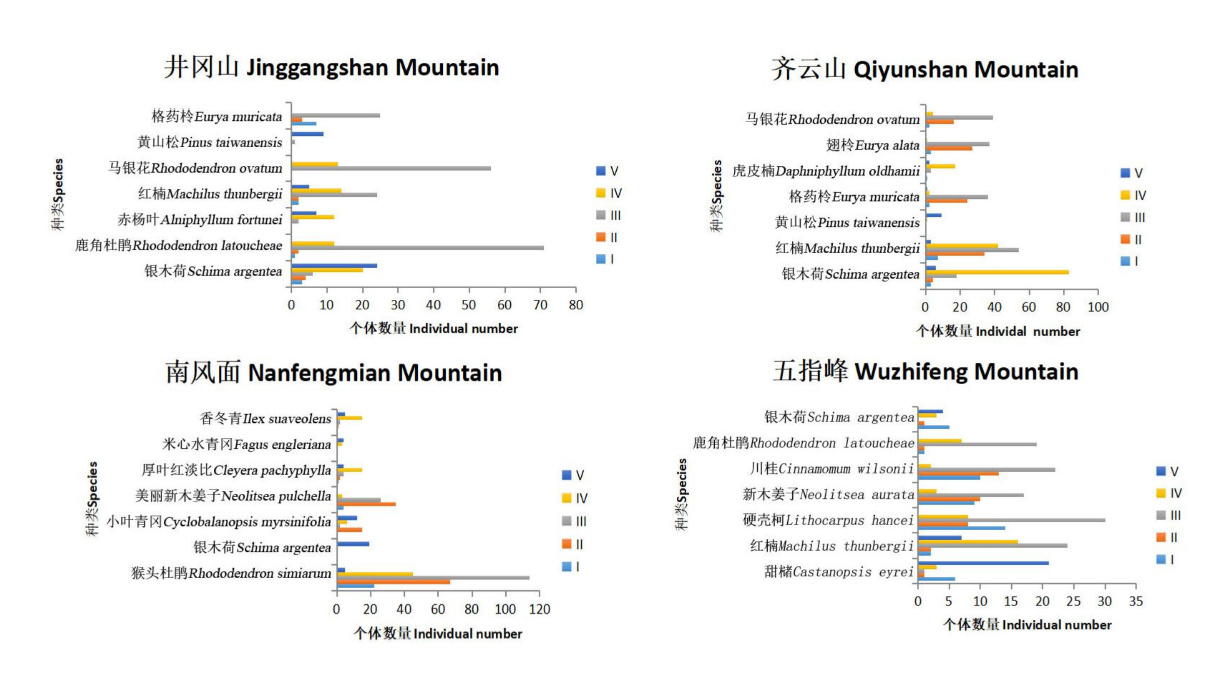


图1 4个群落的优势种径级结构分析

Fig. 1 Size structure analysis of dominant species of the four communities

2.6 生活型分析

由图2可知，4个群落的高位芽植物所占比例最高，均高于总种数的75%，其次是地下芽植物和地面芽植物，地上芽植物和一年生植物则较少。高位芽植物是群落的建群种和优势种，占据乔木层和灌木层，如银木荷、红楠；地上芽植物以亚灌木为主，如锦香草；地面芽植物有常绿丛生植物，如薹草（*Carex* spp.）；地下芽植物有蕨类以及一些百合科植物，如里白、山麦冬（*Liriope spicata*）；一年生植物有堇菜（*Viola* spp.）。

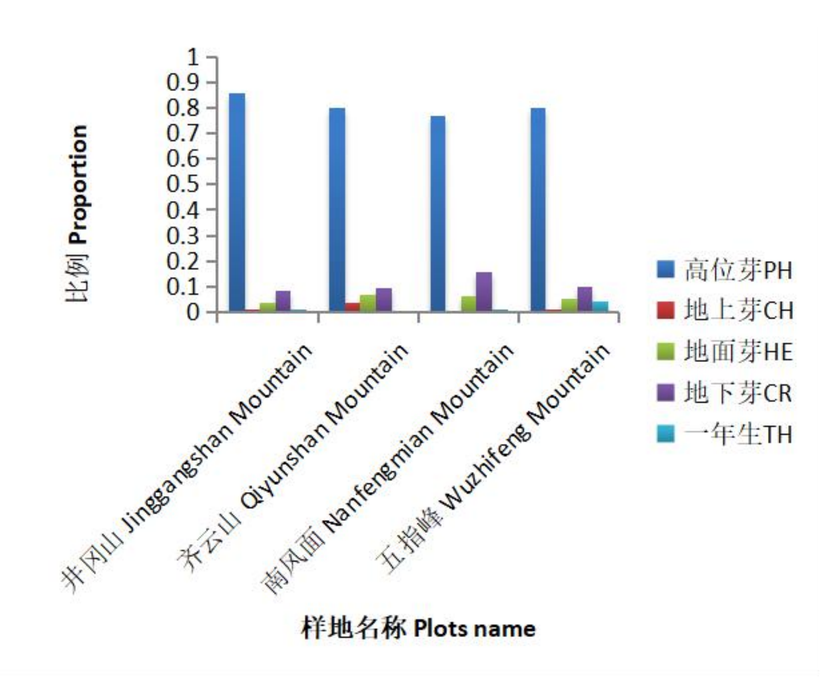


图 2　4 个群落的 Raunkiaer 生活型分析

Fig. 2　Raunkiaer life type analysis of the four communities

3 结论与讨论

4 个群落的物种丰富，分别有维管植物 30 科 50 属 84 种、45 科 70 属 106 种、33 科 47 属 78 种和 38 科 66 属 99 种，均高于缙云山的 24 科 46 属 57 种（LiuYucheng 等，1993）。这可能由于罗霄山脉的 4 个群落面积均为 1 600 ㎡，远高于缙云山的 500 ㎡。一般来说，随着样地面积的增大，偶见种数量增多，导致群落物种数量增多。但是从海拔高度上看，4 个群落处于中山地带，其海拔由高到低分别是南风面、齐云山、五指峰、井冈山，均高于缙云山。除南风面外，齐云山、五指峰、井冈山和缙云山的群落物种数量随着海拔的降低而减少，推测银木荷群落更适于较低海拔生境，在较低海拔时银木荷对群落的控制力较强，减少了偶见种的侵入。从纬度上看，4 个群落的纬度由低到高分别是齐云山、五指峰、南风面、井冈山。缙云山则在更北。一般来说，随着纬度升高，群落植物种类数量减少。齐云山、五指峰、井冈山和缙云山的物种数量遵循此规律。但是南风面的物种数量却稍低于其北面的井冈山，这可能受群落建群种猴头杜鹃影响。同时，虽然 4 个群落的物种多样性指数和均匀度指数均高于缙云山（唐元会等，2010），但南风面的多样性指数和均匀度指数偏低。井冈山猴头杜鹃群落（邓贤兰等，2011）和江西九连山常绿阔叶林（简敏菲和刘琪璟，2009）的研究表明，猴头杜鹃林的乔木层、灌木层和草本层的物种多样性指数都偏低，但个体密度大。南风面的猴头杜鹃林同样应属于这种情况，猴头杜鹃群落的种间关系对物种数量和生物多样性的影响超过了海拔、纬度等环境因素。井冈山、齐云山和五指峰的生物多样性指数和均匀度指数与井冈山的大果马蹄荷（*Exbucklandia tonkinensis*）林（刘忠成等，2017）相当，接近齐云山的青冈栎（*Cyclobalanopsis glauca*）— 红淡比（*Cleyera japonica*）— 狗脊蕨群落（郭传友，1997），是典型的中亚热带常绿阔叶林。

在井冈山和齐云山中，银木荷的重要值都排在第一位，且径级结构分析表明其属于从稳定型向衰退型的过渡。缙云山的研究（唐元会等，2010）也表明，银木荷的重要值下降时，其胸断面积减少。但是，由于银木荷是高大乔木，其在乔木上层仍占优势。这在南风面和五指峰群落中有所体现。南风面中，猴头杜鹃的重要值最高，而银木荷为衰退型种群，但林冠突起部分仍由银木荷及壳斗科植物占优势。五指峰中，银木荷重要值已退居第七，但仍与建群种甜槠等共同构成林冠层。

4 个银木荷群落主要优势种集中在壳斗科、樟科、杜鹃花科、山茶科、安息香科、松科、冬青科等，除杜鹃花科和松科外，均为泛热带分布科（李锡文，1996）。在属的层面上，井冈山、齐云山、五指峰的热带性属的比例稍大于 60%，与缙云山的 61.36%（LiuYucheng 等，1993）相当，说明其亚热带性质较强，

是典型的中亚热带常绿阔叶林；南风面的热带性属和温带性属比例相当，说明样地处于两者的交汇地带，是亚热带性质向温带性质的过渡。在南风面资源冷杉（*Abies beshanzuensis* var. *ziyuanensis*）群落中也同样体现了这种过渡性质（王蕾等，2013）。南风面的区系性质，仍然应与其建群种为猴头杜鹃林有关。群落的相似性分析也表明，井冈山、齐云山和五指峰属于同一类型，而与南风面群落差异较大，与属的分布区类型分析结果一致。

银木荷具阳性树种特点，在山脊阳光较强，风烈，蒸发作用高的环境下，以银木荷为优势的群落是以阳生阔叶树种组成的亚热带顶极群落常绿阔叶树的典型代表，且永久性地占据该生境的优势地位（刘玉成和缪世利，1992）。这个在五指峰中有所体现。五指峰的银木荷既有 IV、V 级中树和老树，又有 I、II 级幼苗和幼树，但无 III 级小树，表明种群经历一段时间的衰退后，可重新侵入到群落中，持续占据群落优势地位。

综上所述，罗霄山脉中段地区的 4 个银木荷群落可分为两类：一类是南风面群落，以猴头杜鹃林的特点为主；第二类是井冈山、齐云山和五指峰群落，其群落种类丰富，生物多样性高，以热带性属为主，物种数量随海拔增高而减少，随纬度升高而减少。银木荷群落是中亚热带常绿阔叶林的典型代表。不同演替阶段银木荷群落同时存在，是罗霄山脉中段地区作为植物栖息地的又一明证。

致谢：中山大学生命科学学院凡强、赵万义、张记军、王晓阳、叶矾、杨平、许可旺、王龙远、阴倩怡、刘佳、张信坚等参加了野外考察，特此致谢！

参考文献

CAO ZB, LIN XF, LUO KS, et al, 2014. Evaluation of the early growth of 16 evergreen broad－leaved species of plantations [J]. Acta Agric Univ Jiangxi, 36(06):1290-1297. [曹展波，林小凡，罗坤水，等, 2014. 16 种常绿阔叶树种人工林早期生长评价[J]. 江西农业大学学报, 36(06): 1290-1297.]

DENG XL, WU Y, LIU YC, et al, 2011. Studies on the community characteristics of *Rhododendron simiarum* in Jinggang Mountain[J]. Ecol Environ Sci, 20(10): 1430-1435.[邓贤兰，吴杨，刘玉成，等. 2011. 井冈山猴头杜鹃群落特征的研究[J]. 生态环境学报, 20(10): 1430-1435.]

GONG HL, ZHUANG WY, LIAO WB, 2016. Study on biodiversity of mount Luoxiao Mountain in China[J]. Chin Sci Technol Achiev, 17(22): 9-10.[宫辉力，庄文颖，廖文波. 罗霄山脉地区生物多样性综合科学考察[J]. 中国科技成果, 17(22): 9-10.]

GUO CY, 1997. A preliminary study on the communities of evergreen broad-leaf forest in Qiyun Mountainous region[J]. J Huaibei Coal Min Teach Coll, 18(2): 43-47.[郭传友, 1997. 齐云山区常绿阔叶林群落的初步研究[J]. 淮北师范大学学报(自然科学版), 18(2): 43-47.]

JIAN MF, LIU QJ, 2009. Analysis on species diversity of evergreen broad-leaved forest in Jiulianshan Mountain of Jiangxi Province[J]. J Nanchang Univ (Nat Sci), 33(3): 290-297. [简敏菲，刘琪璟, 2009. 江西九连山常绿阔叶林的物种多样性分析[J]. 南昌大学学报(理科版), 33(3): 290-297.]

JING HJ, FAN Q, WANG L, et al. 2014. The ravine monsoon rain forest in Jinggangshan of Jiangxi Province and its super zonal characteristics[J]. Acta Ecol Sin, 34(21) : 6265-6276. [景慧娟，凡强，王蕾，等, 2014. 江西井冈山地区沟谷季雨林及其超地带性特征[J]. 生态学报, 34(21): 6265-6276.]

LI XW, 1996. Floristic statistics and analyses of seed plants from China[J]. Acta Botan Yunnan, 18(4): 363-384. [李锡文, 1996. 中国种子植物区系统计分析. 植物分类与资源学报, 18(4): 363-384.]

LI YL, 1988. Cultivation experiment of several fire prevention forest trees [J]. Hunan For Sci Technol. 1988(03): 29-30. [李庸禄, 1988. 几个防火林树种栽培试验[J]. 湖南林业科技, 1988(03): 29-30.]

LIU L, HE YF, XIAO XY, et al, 2011. Analysis of *Tsuga longibracteata* forests and communities of Wuzhifeng in Shangyou, Jiangxi Province[J]. Jiangxi For Sci Technol, 2011(6): 4-6. [刘蕾,何源福，肖相元，等, 2011. 上犹

县五指峰长苞铁杉林及其群落分析[J]. 江西林业科技, 2011(6): 4-6.]
LIU YC, MIU SL, 1992. The study on secondary succession of evergreen broadleaved forests on Jinun Mountain[J]. Acta Phytol Ecol Geobot Sin, 16(1): 26-35. [刘玉成, 缪世利, 1992. 缙云山常绿阔叶林次生演替优势种群动态[J]. 植物生态学与地植物学学报, 16(1): 26-35.]
LIU YC, YUE Q, HUANG L, 1993. The properties of plant community of the fixed plot of the evergreen broad-leave forest in sanctuary of Jinyun Mountain[J]. J SW Chin Teach Univ (Nat Sci Ed), 18(01):76-84. [刘玉成, 岳泉, 黄林, 1993. 缙云山常绿阔叶林固定样方的植物群落特征[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 18(01): 76-84.]
LIU ZC, ZHU XX, FAN Q, et al, 2017. Latitudinal zonalization characteristics of the *Exbucklandia onkinensis* communities from Hainan Island to the midsection of the Luoxiao Mountains[J]. Acta Ecol Sin, 37(10): 3445-3458. [刘忠成, 朱晓枭, 凡强, 等, 2017. 大果马蹄荷(*Exbucklandia tonkinensis*)群落的纬度地带性. 生态学报, 37(10): 3445-3458.]
SUN RY, LI B, ZHUGE Y, et al, 1993. General ecology[M]. Beijing: Science Press, 136-139.[孙儒泳, 李博, 诸葛阳, 等, 1993. 普通生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 136-139.]
TANG YH, QI DH, DENG XB, 2010. Changes of species composition and diveristy of *Schima argentea* forest in Jinyun mountain[J]. Resour Environ Yangtze Basin, 19(9): 1015-1019. [唐元会, 齐代华, 邓先宝, 2010. 缙云山银木荷(*Schima argentea* Pritz. ex Diels)林物种组成与多样性变化[J]. 长江流域资源与环境, 19(9): 1015-1019.]
WANG BS, YU SX, PENG SL, et al, 1996. Nature protocols of phytocoenology[M]. Guangzhou: Guangdong Higher Education Press: 1-56. [王伯荪, 余世孝, 彭少麟, 等, 1996. 植物群落学实验手册[M]. 广州: 广东高等教育出版社：1-56.]
WANG L, JING HJ, FAN Q, et al, 2013. Living situation and characteristics of the community of endangered *Abies beshanzuensis* var. *Ziyuanensis* in Mount Nanfengmian of Jiangxi Province[J]. Guihaia, 33(5): 651－656. [王蕾, 景慧娟, 凡强, 等, 2013. 江西南风面濒危植物资源冷杉生存状况及所在群落特征[J]. 广西植物, 33(5): 651-656.]
WANG XH, 1987. On coefficients of community similarity[J]. J Hangzhou Univ, 14(3): 259-264. [王兴华, 1987. 关于群落的相似系数[J]. 杭州大学学报, 14(3): 259-264.]
WU ZY, 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants[J]. Acta Bot Yunnan, 13(S): 1-179. [吴征镒, 1991. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 13(增刊): 1-179.]
ZENG H, HU TZ, QI DH, et al. 2010. Changes of death count and spatial distribution of tree layer of *Schima argentea* community in Jinyun Mountain forest[J]. Life Sci Res, 14(05): 402-408. [曾华, 胡廷章, 齐代华, 等, 2010. 缙云山银木荷(*Schima argentea*)群落乔木层死亡数量与分布格局变化[J]. 生命科学研究, 14(05): 402-408.]
ZHOU LP, HE ZX, CHEN HM, et al, 2010. The fern flora of Qiyunshan Nature Reserve, Jiangxi, China[J]. J S Chin Agric U, 31(2): 88-94. [周兰平, 何祖霞, 陈辉敏, 等, 2010. 江西省齐云山自然保护区的蕨类植物区系[J]. 华南农业大学学报, 31(2): 88-94.]